

Presencia de *Gyrocystis* Jaekel 1918 en el Cámbrico Medio de Zafra (Badajoz)

M.^a DOLORES GIL CID y PATRICIO DOMINGUEZ ALONSO

*Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas (Universidad Complutense de Madrid)
e Instituto de Geología Económica (C.S.I.C.-U.C.M.), 28040 Madrid.*

Resumen: En los materiales pizarrosos del Cámbrico Medio de Zafra (provincia de Badajoz) hemos encontrado junto a otros invertebrados como trilobites, braquiopodos y moluscos principalmente, otros fósiles que se han determinado como equinodermos (Gil Cid, 1973). En 1984, en un trabajo global sobre equinodermos paleozoicos de Chauvel y Meléndez, aparece citado y figurado para Zafra *Decacystis* cf. *hispanicus* Gislen, 1927. Con la incorporación de nuevo material e informaciones específicas recientes (Friedrich, 1993) se ha podido redeterminar los restos que en 1984 figuraron como pertenecientes al género *Decacystis*. La aportación de nuestro trabajo se centra en la asignación del ejemplar Z-5-01 como *Gyrocystis*, un estudio en detalle de las estructuras conservadas, así como un enunciado morfológico de los elementos esqueléticos de este grupo de equinodermos Cincta.

Palabras clave: Cámbrico Medio, Echinodermata, Carpoidea, Cincta, *Gyrocystis*, *Decacystis*, Morfología, España.

Abstract: The occurrence of genus *Gyrocystis* Jaekel 1918 ("*Decacystis* cf. *hispanicus* Gislen 1927") has been discovered in the Middle Cambrian shales with *Paradoxides* from Zafra (Badajoz, SW Spain) and a specimen attributable to a young *Gyrocystis*. A detailed anatomical description of the studied material is given.

Key words: Middle Cambrian, Echinodermata, Carpoidea, Cincta, *Gyrocystis*, *Decacystis*, Morphology, Spain.

Gil Cid, M. D. y Domínguez Alonso, P. (1995): Presencia de *Gyrocystis* Jaekel 1918 en el cámbrico medio de Zafra (Badajoz). *Rev. Soc. Geol. España*, 8 (1-2): 99-110.

En el marco de las investigaciones que sobre la paleontología del Cámbrico del suroeste español venimos llevando a cabo desde hace algunas décadas hemos llegado a coleccionar una abundante representación de los principales grupos de invertebrados presentes en los materiales sedimentarios de esta zona geográfica (trilobites, moluscos, braquiopodos, equinodermos y cordados básicamente). En lo que se refiere a los *Echinodermata*, hemos podido constatar la presencia de restos pertenecientes a la Clase *Cincta*.

El Cámbrico de los alrededores de Zafra en sus aspectos bioestratigráficos y paleontológicos ha sido objeto de estudios recientes; nombres importantes han trabajado en esta zona de Extremadura y entre otros podemos citar cronológicamente: Bouyx 1959, Vegas 1968, Bard 1965 y 1969, Liñán y Perejón 1981, Sagredo y Peinado 1992, Liñán 1992, etc. Para áreas cercanas (Alconera) existen citas de presencia de arqueociatos por Roso de Luna y Hernández-Pacheco en 1955; en 1957, Laus encontró los primeros restos de trilobites. En 1964, J. Pierre Bard de la Universidad de Montpellier y en relación con los trabajos de su Tesis Doctoral, publicó una nota sobre la existencia de restos de trilobites en Zafra; estos ejemplares determinados por P. Hupé apor-

taban información sobre la edad de estos materiales, es decir su asignación al Cámbrico Medio. En 1967 K. Sdzuy da para el Cámbrico medio de Zafra la existencia del Género *Sao* dentro de la paleoasociación ya conocida por otros autores. En 1973, Gil Cid en una nota preliminar ofrece una relación básicamente de trilobites para el Cámbrico de Zafra y Alconera. En 1984 aparece publicado el trabajo *Etude systématique de quelques cystoïdes diploporites et homalozoaires du Cambrien et l'Ordovicien* (Chauvel y Meléndez, 1984), en el que, entre otras cosas, se daba a conocer por primera vez la existencia de Equinodermos Cincta -*Decacystis* cf. *hispanicus* Gislen 1927- en las pizarras con *Paradoxides* del Cámbrico Medio de Zafra a partir del único ejemplar obtenido hasta entonces en las pizarras de esta localidad (ejemplar Z-5-01 de la colección Gil Cid). Este artículo contenía una relación de los Echinodermata conocidos entonces en secciones del Paleozoico inferior español y representó una notable aportación al conocimiento que en esos momentos se tenía acerca del contenido de fósiles de cámbricos del suroeste de España. A lo largo de las diversas campañas de campo que estamos llevando a cabo en la zona de Zafra, ha sido posible obtener un considerable número de restos de

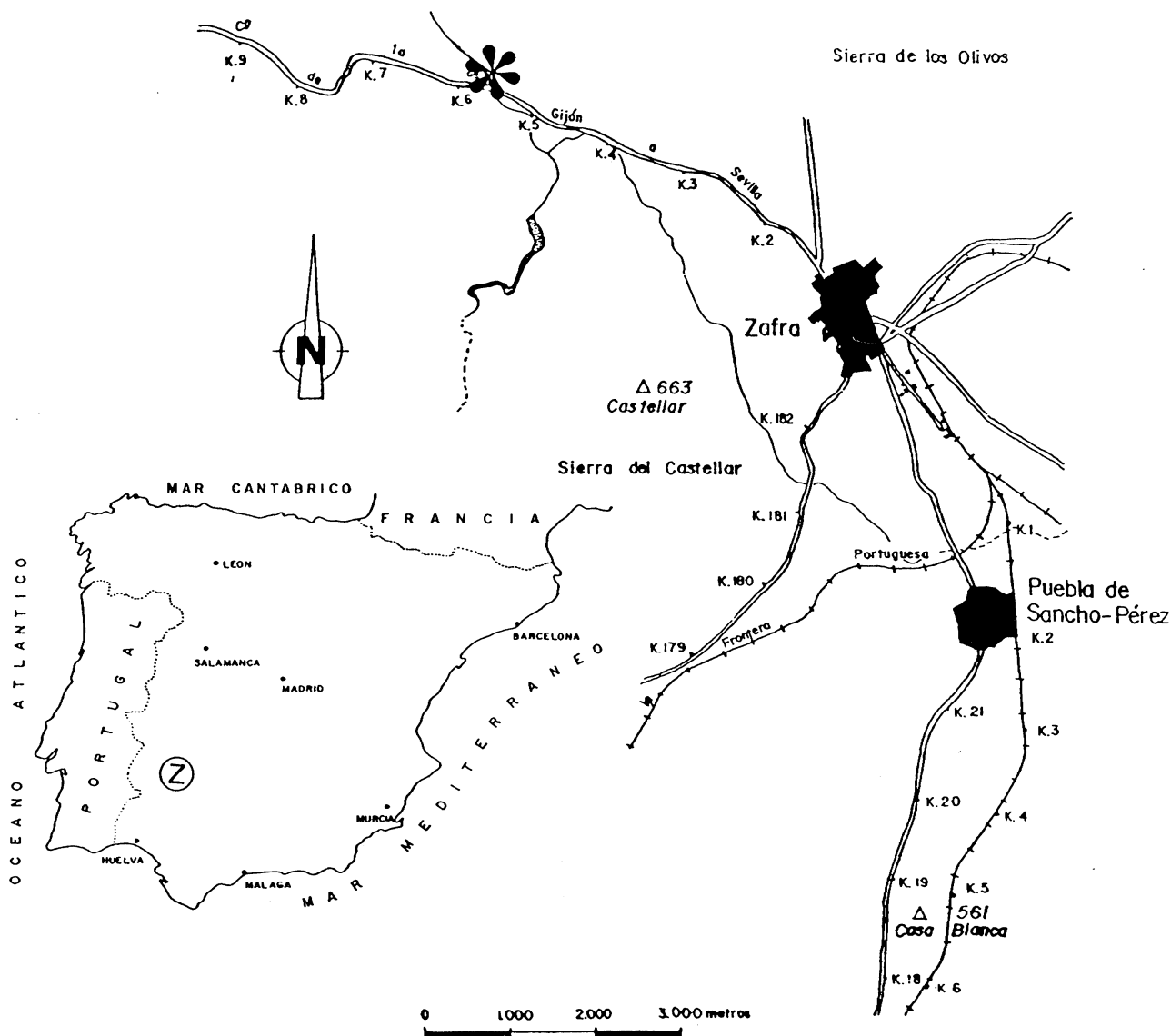


Figura 1.- Situación geográfica del área de procedencia del material estudiado

equinodermos. Con el fin de completar las informaciones sobre el registro fósil iniciadas, Gil Cid y Melou dan a conocer en 1986 la presencia, en materiales de edad equivalente a las del material objeto de nuestro estudio, de los braquiópodos *Yorkia zafrensis* Gil y Melou 1986 y *Jamesella iberica* Gil y Melou 1986 junto a restos atribuibles a equinodermos; básicamente se refieren a fragmentos y placas aisladas.

El material estudiado procede de las proximidades de Zafra (Badajoz), concretamente en la carretera que va de Zafra a La Lapa entre los puntos kilométricos 5 y 6 (Fig. 1). En los niveles de los que procede el material cuyo estudio ofrecemos en el presente trabajo, aparecen junto a los restos de equinodermos, abundantes hyolites –tanto conos como piezas operculares–, braquiópodos –*Jamesella*–, trilobites –*Paradoxides* y *Conocoryphe*–, así como estructuras de bioturbación.

La litofacies en que se encuentran las muestras, consiste en pizarras de colores ocres a verdosos de fácil alteración superficial y que se enmarcan dentro del denomi-

nado complejo vulcano-sedimentario de las “Capas del Playón” (Sagredo y Peinado, 1992).

Consideramos oportuno exponer en este contexto que el estudio de los equinodermos paleozoicos españoles fue iniciado e impulsado por D. Bermudo Meléndez, y son numerosos y de gran interés sus trabajos sobre *Trochocystites*, *Decacystis*, Cistideos, Estilóforos, etc. representando hoy el punto de partida de la investigación de estos fósiles en aquellos trabajos que posteriormente puedan desarrollar especialistas y estudiosos de estos grupos.

Nuestro estudio ofrece a la comunidad científica los primeros resultados significativos que hemos obtenido sobre equinodermos cámbricos del suroeste español. Dado que el principal investigador español de este grupo es Bermudo Meléndez y que como dijimos anteriormente es el pionero en el estudio moderno en el tema, deseamos dedicarle como merecido homenaje, este artículo en reconocimiento de su dilatada labor en un tema tan árido y difícil dentro de los invertebrados paleozoicos.

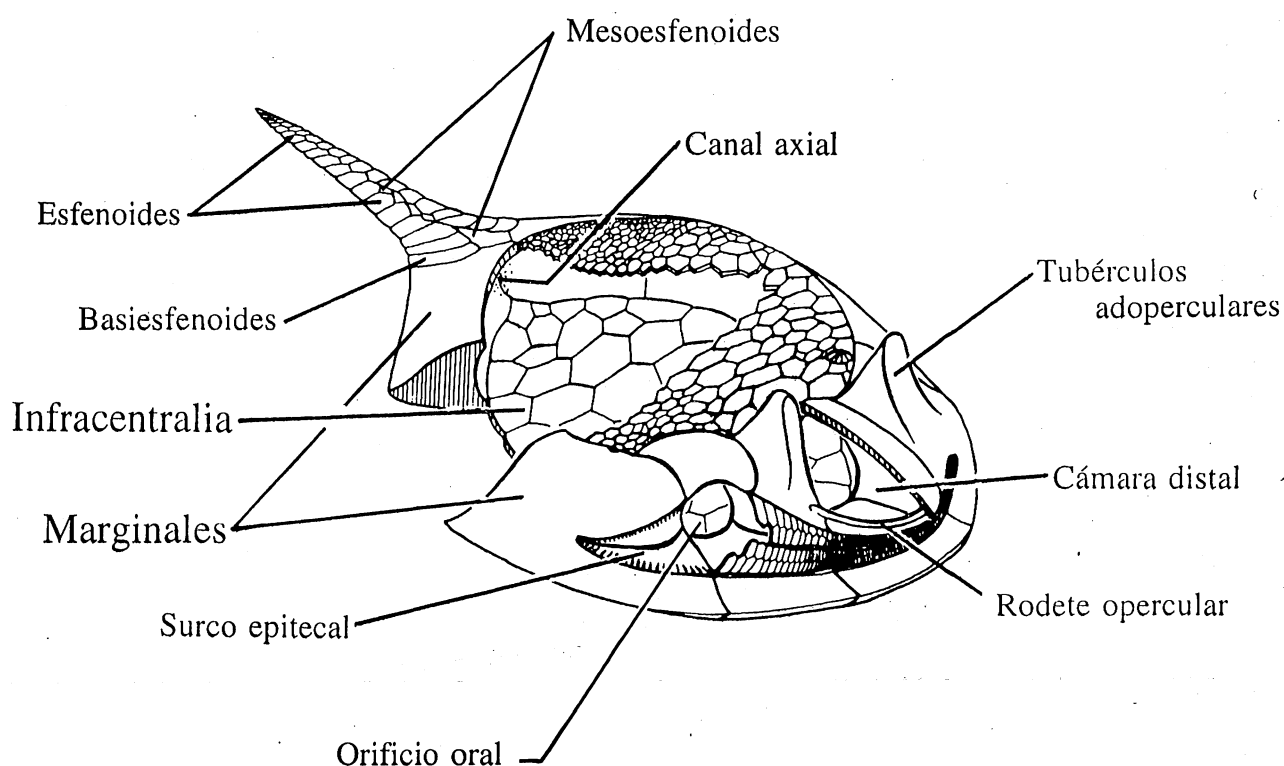
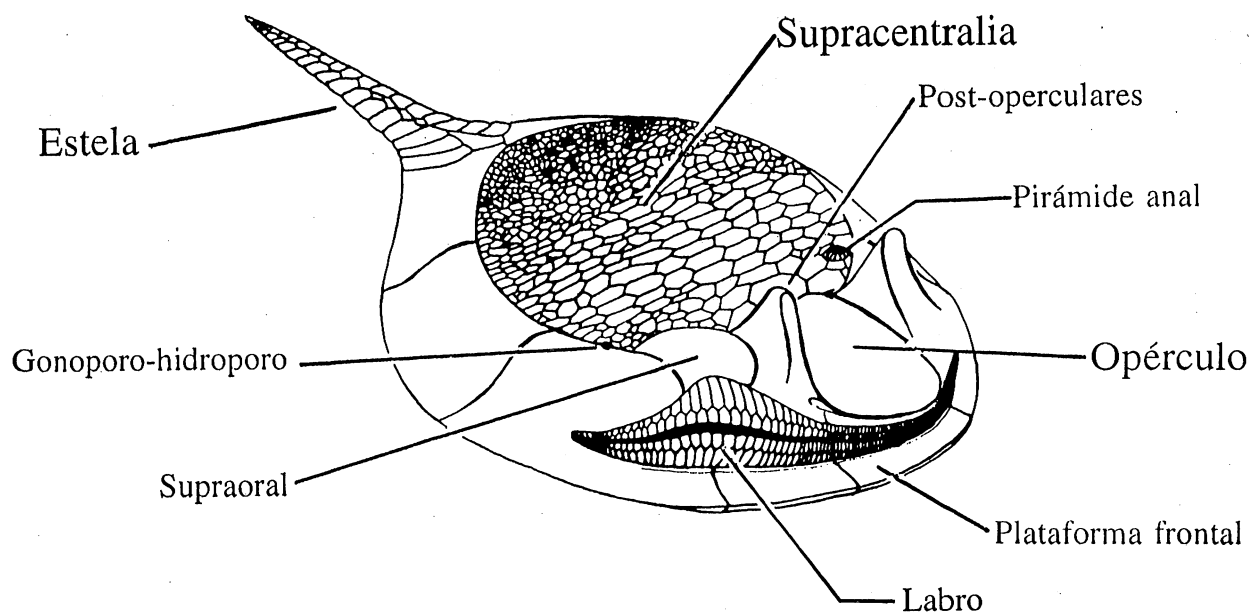


Figura 2.- Modelo quimérico de un equinodermo Cincta en el que coexisten caracteres propios de diferentes familias: la presencia de un surco epitecal derecho y la extensión de la rama izquierda superando el opérculo (Fam. Sucocystidae) y la presencia de una plataforma frontal (Fam. Gyrocystidae). Nótese el número atípico de placas marginales (9). Se ilustran además algunos de los términos anatómicos definidos en este trabajo: tubérculos adoperculares, basiesfenoides, postoperculares, rodete opercular.

Paleontología

Generalidades sobre la anatomía y morfología de los Cincta

Confinados en el Cámbrico medio, estos equinodermos representan un grupo muy homogéneo y claramente

distintivo entre los demás taxones del phylum, quedando justificada su inclusión en un taxón con rango de clase.

Estos equinodermos, que fueron interpretados en un principio como crinozoos libres e incluso como crinozoos sésiles comprimidos (Sampelayo, 1935) por unos autores o como grupo basal de los demás carpoideos por otros

(Kirk, 1911; Jaekel 1918; Gislén 1930), poseen un esqueleto constituido por una estructura discoidal hueca –la *teca*– algo elongada, con un tamaño cercano a 1 cm, que encierra la cavidad corporal y que actúa como soporte de los distintos elementos anatómicos (Fig. 2). Destaca entre estos elementos la *estela*, que a modo de caudícula se inserta en su extremo posterior (Fig. 3).

La *teca* esta formada por un anillo –el *cinctus*– de grandes placas rígidamente unidas –las *placas marginales* o *marginalia* en su acepción latina– que rodean la cavidad corporal del animal. Este anillo es el elemento más característico del grupo, si bien estructuras similares están presentes en otros taxones del filum (Eocrinoideos ripidocístidos y lagnocístidos y en Edrioasteroideos eicosacístidos). En 1918 Jaekel crea el Orden Cincta aludiendo claramente a la posesión de esta estructura en forma de cingulo. Dos láminas tegumentarias integradas por pequeñas placas cierran este anillo por arriba y por debajo –*supracentralia* e *infracentralia* respectivamente–. La lámina inferior forma un pavimento de placas poligonales firmemente ensambladas entre sí y con las grandes placas marginales; el conjunto constituye así una estructura en forma de caja con escasas posibilidades de movimiento. Las placas supracentrales son de tamaño menor y forman, salvo en el caso de *G. testudiformis* (Friedrich, comunicación personal), una cubierta flexible que pueden dejar entre sí pequeños espacios o poros como sucede en eocrinoideos y edrioasteroideos, aunque no son homólogos. En la cara superior de la teca y a la izquierda del complejo opercular, se abre el ano en la cúspide de una pirámide poco elevada; otro poro se abre a la derecha del opérculo, junto al cinctus y se interpreta como gonoporo-hidroporo, aunque su identificación aún no es determinante (Friedrich 1993 y comunicación personal).

El *cinctus* es la estructura más distintiva de este grupo de equinodermos y con frecuencia el mejor o el único elemento esquelético conservado; en él existen tres áreas claramente diferenciadas. Las porciones medias del

cinctus están constituidas por las placas marginales laterales; estas piezas son poco diferenciadas y su número varía de 4 a 6. Las marginales posteriores están modificadas por la intrusión de la base de la estela, actuando como soporte de esta estructura. El área frontal es la zona más especializada y distintiva del cinctus, pues allí encontramos el mayor número de estructuras tecales: en las porciones centrales se encuentra la cámara distal flanqueada por dos prominencias –los tubérculos adoperculares– y cerrada por arriba por una pieza móvil –el opérculo– que se articula posteriormente con las placas postoperculares; hacia la derecha se encuentra el orificio oral. El labro está formado por pequeñas plaquitas que a modo de cubierta, discurre hacia la izquierda pudiendo pasar por debajo del opérculo e incluso alcanzar el flanco izquierdo de la teca; en ocasiones existe una segunda rama de menor tamaño que se desarrolla en dirección opuesta, hacia la derecha.

La estela es un apéndice aplanado en forma de “espada” formado por pequeñas placas –las esfenoides– dispuestas alternativamente; puede haber otras placas –las mesoesfenoides– intercaladas en la línea media tanto en la cara superior como en la inferior. Los primeros pares de esfenoides (las basiesfenoides) están modificadas y actúan como anclaje con las marginales posteriores del cinctus. El lumen o cavidad corporal del animal se prolonga, sin solución de continuidad, en un estrecho canal –el canal axial– que recorre la estela en su línea media.

Del estudio de la morfología de estos organismos podemos pensar que su modo de vida era epibionte, descansando sobre el *plano de reposo del animal* (Fig. 3. 1), que coincidiría con la posición del sustrato en vida, o al menos sería subparalelo y próximo a éste. El conjunto del animal quedaría por encima de este plano aunque algunas estructuras –como las protuberancias de la cara inferior del cinctus (= *Tumulus*, Sdzuy, 1993)– pudieran quedar por debajo (Fig. 3. 6). Algo más elevado queda el *plano horizontal de referencia* (Fig. 3.2) (=extension

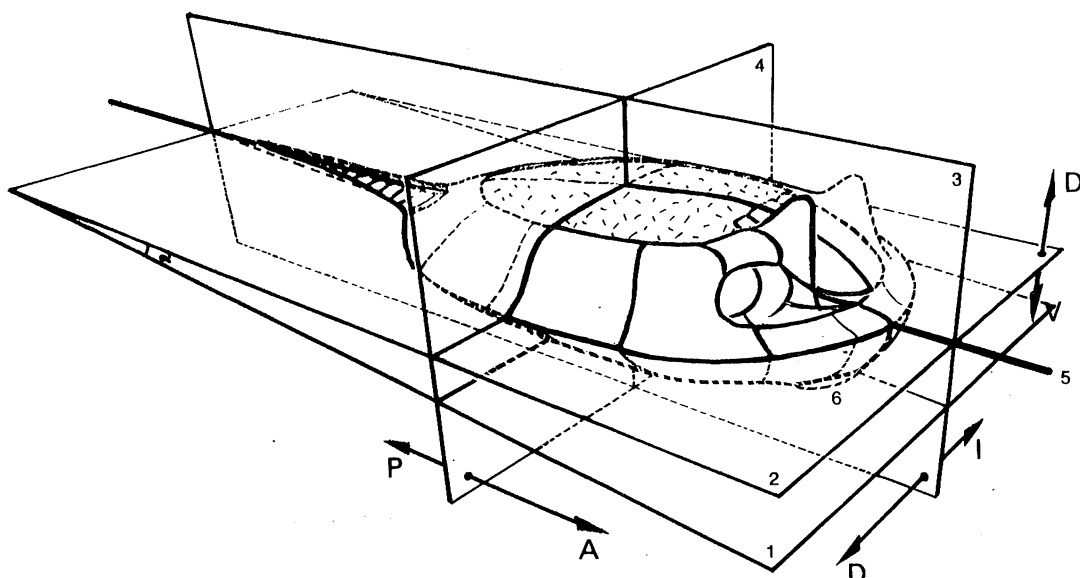


Figura 3.- Caracterización de los elementos de simetría en los Cincta. 1.- Plano de reposo del animal; 2.- plano horizontal de referencia; 3.- plano axial; 4.- plano transversal de pseudosimetría; 5.- Eje principal del animal. Estos elementos definen los criterios de dorsal y ventral (D-V), derecha e izquierda (D-I) y de posterior y anterior (P-A).

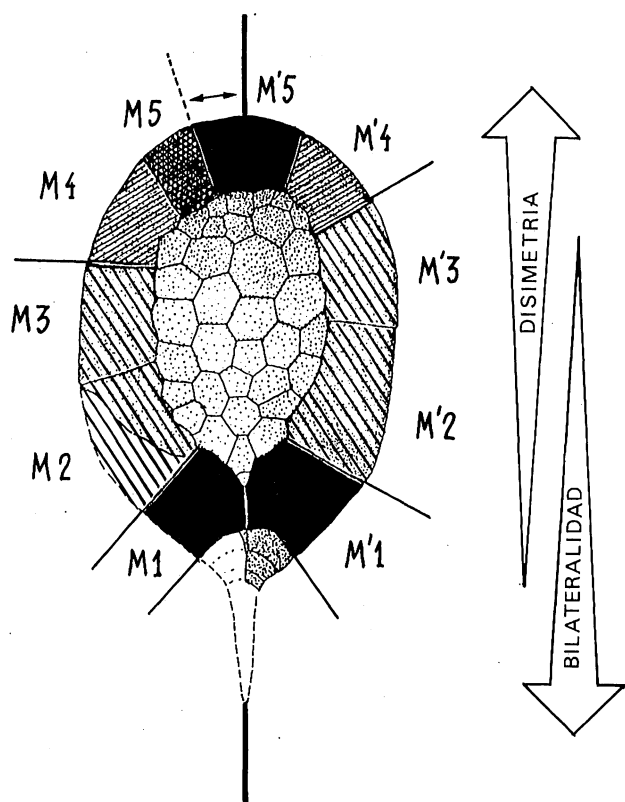


Figura 4. Figura en la que se muestra la tendencia hacia la simetría en las porciones posteriores de la teca y la disimetría hacia las anteriores. La flecha de doble punta indica la diferencia existente entre el eje principal del animal y la unión de las series de marginales derechas (M'i) e izquierdas (Mi). También se hace distinción entre las regiones posterior, media y anterior del cintus; teniendo ésta última una gran carga de caracteres anatómicos. Notese la terminología empleada en ese momento para designar las placas del cintus (basada en Ubaghs, 1967) y que difiere de la empleada en el presente trabajo. Comparese con las figuras 3 y 5 (Figura presentada y defendida en las VIII Jornadas de Paleontología).

plane, Bather, 1913; =extensiplane, Gill y Caster, 1960), los elementos que se encuentran por encima de éste los incluimos en la cara superior o dorsal; recíprocamente los que se disponen por debajo pertenecerían a la cara inferior o ventral. Perpendicular al plano horizontal de referencia e incluyendo el extremo anterior del opérculo y el canal axial de la estela se dispone el *plano axial* (Fig. 3.3) (=symmetry plane, Bather, 1913), la intersección de estos dos planos define el *eje principal del animal* (Fig. 3.5) (=main axis, Ubaghs, 1967; =Hauptachse, Friedrich, 1993). El plano axial no es un plano de simetría equivalente al definido en los Bilateria (Jefferies, 1991). Los cintos son, en esencia, animales disimétricos con una marcada tendencia hacia la bilateralidad en las porciones medias y posteriores (Fig 4). Si bien la teca en las porciones anteriores es asimétrica por la distribución diferencial de elementos anatómicos a uno y a otro lado del plano axial, no lo es tanto en lo referente a la forma general del cuerpo que suele tener formas ovales o piriformes (de esta circunstancia *Sucocystis* es quizás la excepción). Perpendiculares al plano axial y al plano horizontal de referencia se sitúan los diferentes *planos transversales*; destaca entre esos el *plano transversal de pseudo-*

simetría (Fig. 3.4) que de manera convencional divide la teca en una mitad anterior y otra posterior.

La terminología empleada para nombrar las diferentes estructuras ha variado históricamente sin que los diferentes autores hayan unificado criterios. En 1860, Joachim Barrande nos ofrece la siguiente descripción: "El carácter más destacado consiste en que el contorno, está formado por una serie circular o elíptica de placas de gran tamaño relativo, si las comparamos con las del interior. Estas placas forman una circunferencia recordando las llantas¹ de una rueda". En esta ocasión los fósiles descritos y actualmente depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid y que hemos tenido ocasión de observar para su posible comparación, no ofrecen una gran diversidad de detalles anatómicos —dos de ellos corresponden a caras inferiores y el tercero a la parte dorsal posterior—. Diversos modelos nomenclaturales se ha sucedido desde entonces. En 1918 Jaekel crea el género *Gyrocystis*; lo define como un cincto con 12 placas marginales —el mismo número de marginales que posee *Trochocystites bohemicus* Barrande 1887— numerándolas desde la posterior izquierda y en sentido de las agujas del reloj como 1', 2', ..., 5', 6', 6, 5, ..., 2 y 1; si bien en una de las figuras ("*T. longifosatus* n.sp.") emplea una M seguida de numeración arábiga. En 1927, Gislén crea el género *Decacystis* que como indica su nombre posee 10 marginales, y en las figuras utiliza como numeración de las placas 2', 3', ..., 5', 6', 6, 5, ..., 3 y 2; manteniendo así la paridad nomenclatural con *T. bohemicus* y *Gyrocystis* en las placas anteriores (5', 6', 6, 5), utilizando 1' y 1 para nombrar las basiesfenoides. Diversos autores utilizan desde entonces sistemas similares con pequeñas variaciones: 1', 2', ..., 4', 5', 5, 4, ..., 2, 1 (Meléndez 1952 para *Decacystis*); M'1, M'2, ..., M'4, M'5, M5, M4, ..., M2, M1 (Ubaghs, 1967; Schröder 1972, 1973). Siguiendo este método se plantea un problema de asignación para las placas anteriores; las M'4, M'5, M5 y M4 (s. Ubaghs, 1967) serían para las formas decacíclicas —con 10 marginales— equivalentes a M'5, M'6, M6 y M5 en las formas dodecacíclicas. Esta situación es denunciada por H. y G. Termier en 1973 y denominan M'5, M'6, M6 y M5 a las placas anteriores con independencia del número de marginales presentes (10 ó 12) e indican así mismo que las últimas marginales serían M'2 y M2 para las formas decacíclicas. Así, el complejo opercular que sería homólogo en todo el taxón Cincto mantendría un sistema de numeración estable. Nosotros en este trabajo aceptamos la propuesta de Sdzuy (1993) y adoptado por Friedrich (1993²) pero con una pe-

¹ diversos autores españoles han traducido *jantes* por llanta, término que actualmente no tiene la misma acepción que en 1860; sería por lo tanto más correcto traducirlo por el ya poco usual término castellano *pina* que indica cualquiera de las piezas curvas de madera que forman la rueda de un carruaje, asentándose las llantas de hierro en la superficie exterior de éstas).

² La idea original de este sistema nomenclatural fue plasmada por Friedrich en su tesis doctoral y publicada en la revista *Beringeria* como comunicación personal de Sdzuy. En el siguiente número de esta revista aparece ya un artículo de Sdzuy donde la presenta y desarrolla.

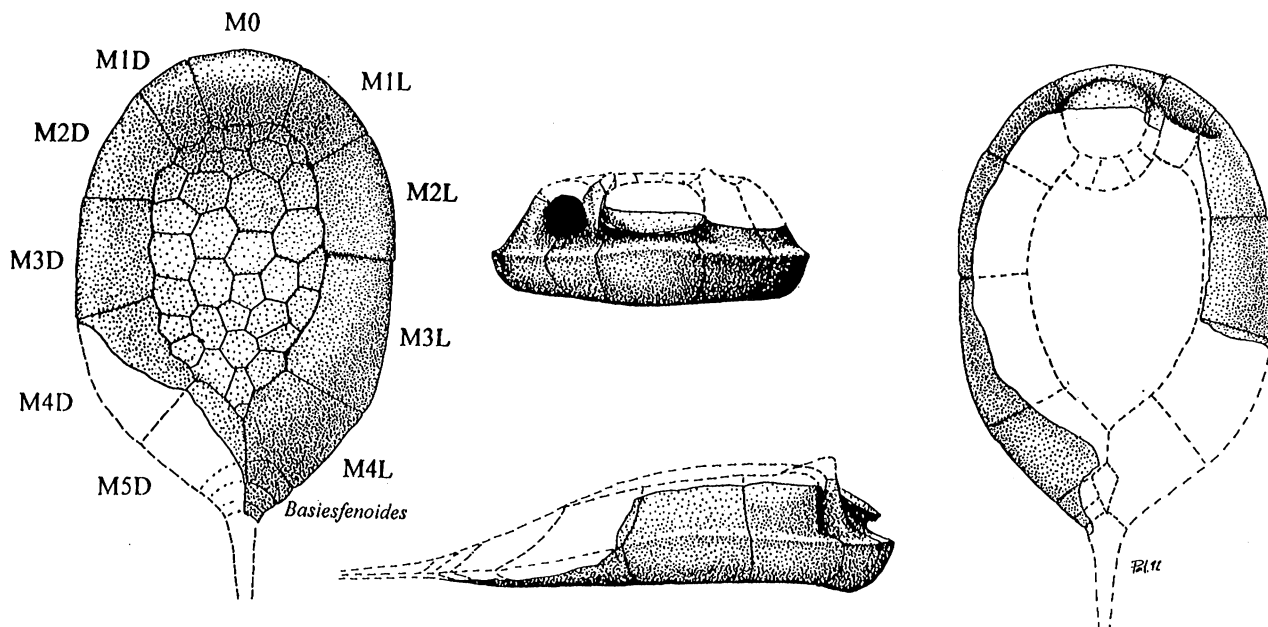


Figura 5.- Reconstrucción del *Gyrocystis* nov. sp. A, basada en los modelos tridimensionales obtenidos a partir de las secciones realizadas sobre una réplica del ejemplar Z-5-01. Se presentan las normas inferior, frontal, derecha y superior. Nótese la curvatura de la articulación entre la primera basiesfenoides izquierda y la M1L. Véanse las figuras 6 y 7.

queña modificación de carácter lingüístico, que consiste en: la placa marginal que forma la base de la cámara distal sería la M0; esta placa siempre mantiene una posición central (Figuras 4 y 5, Gil y Domínguez, 1992) y se sitúa en el extremo anterior del eje principal del animal. Desde la M0 se numeran las sucesivas marginales hacia atrás añadiendo una D o una L según se sitúen a la derecha o a la izquierda del plano axial. La serie de marginales sería M5L, M4L,...,M1L, M0, M1D,..., M5D, M6D para una forma dodecacíclica. Proponemos aquí la sustitución de la nomenclatura germana (rechten-linken) por otra latina (dextrum-laevus).

Tafonomía y métodos de estudio aplicados

El ejemplar Z-5-01 (coll. Gil Cid) se encuentra conservado en una pizarra verdosa como un molde externo con algunos pequeños depósitos de arcillas en las áreas más cercanas al margen y una pátina de óxidos de poco espesor. La muestra se encuentra fragmentada, falta el dorso del ejemplar y una pequeña porción de la cara inferior comprendida entre el margen anterior de la M4D y las basiesfenoides izquierdas. La pieza presenta una fractura cuyo recorrido afecta al ejemplar desde la porción medial del margen de la placa M1L, hasta el extremo anterior de la unión entre las placas M0-M1D donde ya abandona el ejemplar. Esta fractura representó un serio obstáculo para el estudio del área frontal, donde se concentran el mayor número de elementos anatómicos y caracteres necesarios para el estudio de los Cincta –orificio oral, opérculo, labro, plataforma frontal, tubérculos adoperculares, etc.– (Fig. 5).

Durante la preparación y limpieza de este ejemplar llevada a cabo en 1992, se eliminaron los depósitos de arcilla que aún quedaban en las marginales posteriores,

así como algunas de las incrustaciones minerales dispersas por el molde; se procedió al relleno con masilla de la fisura existente entre la M1L y M0-M1D evitando de esta manera la aparición de un artefacto en las sucesivas replicas de latex realizadas y que dificultó el estudio de el área anterior en replicas anteriores; asimismo, con un bisturí se disecaron los elementos no deseados que dificultaban el estudio de algunos detalles del fósil. Para llegar a la reconstrucción del animal hemos empleando las mismas técnicas que las que utilizamos en la reconstrucción de *Anatifopsis ancora* Domínguez *et al.*, 1990 aunque modificando el método de muestreo; con este fin se han realizado sobre una replica en latex congelada cortes seriados en la mitad posterior de la teca y radiales en la anterior; con estas secciones se levantaron perfiles a escala (Fig. 6; 0-6) que permitieran posteriormente restituir la forma y disposición original de las partes conservadas (Fig. 7) y así crear unos modelos de trabajo tridimensionales –en cartulina el primero y en masilla los siguientes–, que reflejen las características estructurales, mecánicas e hidrodinámicas del animal.

La forma general de la teca puede reconocerse debido a que la distribución general de las placas no ha sido alterada, si bien diferentes elementos anatómicos han sufrido –en algún grado– dislocación de sus articulaciones y los osículos, consecuentemente han sufrido pequeños desplazamientos y rotaciones relativas de distinta magnitud tal y como se describen a continuación (Fig. 6):

Separación de las marginales M4L y M3L (Fig. 6. a).

Separación de las infracentrales en 4 filas longitudinales de 1 ó 2 placas de anchura (Fig. 6. b, c, d), y aquí referidas como filas 1.^a, 2.^a, 3.^a y 4.^a.

Las infracentrales situadas más hacia la derecha (1.^a fila) se mantienen en contacto con las marginales derechas (M1D).

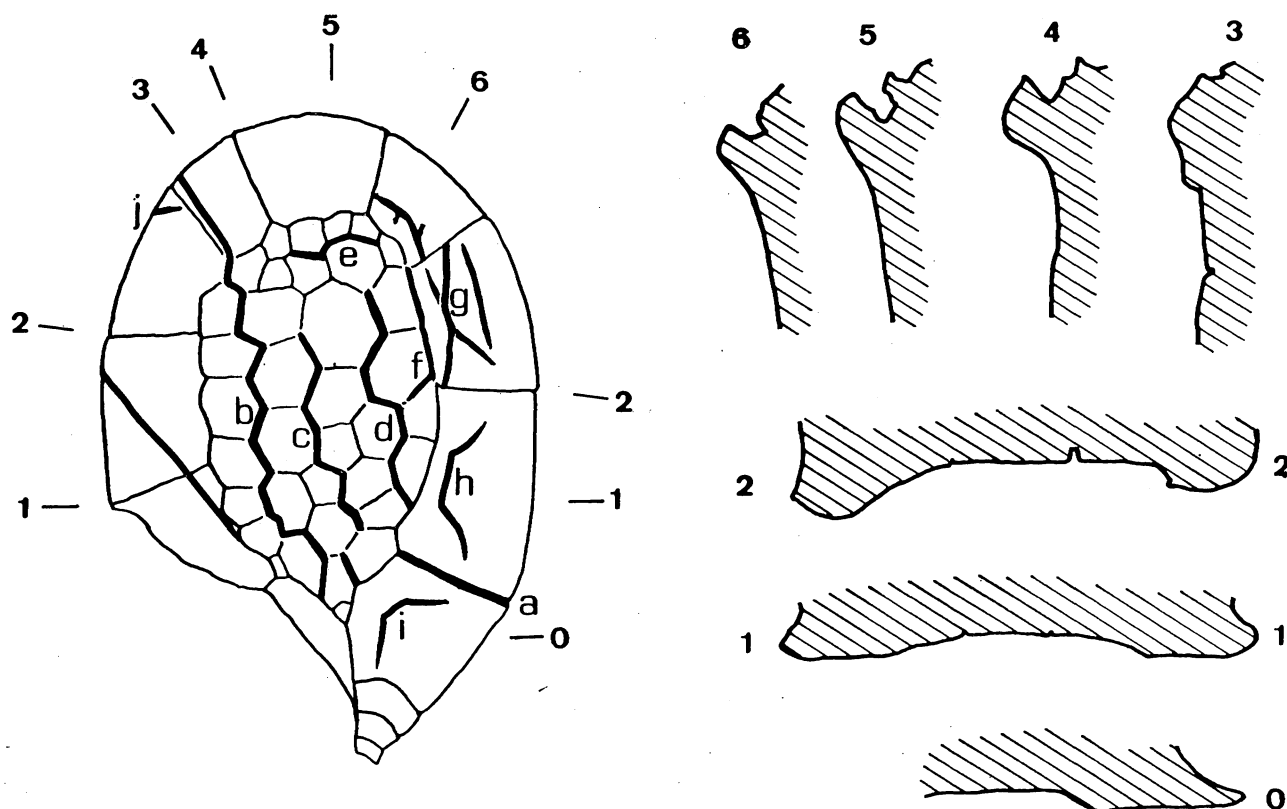


Figura 6.- Principales dislocaciones y fracturas observadas en el ejemplar Z-5-01, se ilustran además algunas de las secciones más características realizadas con el objetivo de restituir la forma del animal.

Las siguientes filas hacia la izquierda (2.^a y 3.^a) han sufrido la máxima separación, sobre todo la 3.^a fila (0,7 mm). En el área anterior, las infracentrales en contacto con M0 se han desligado de las posteriores (Fig. 6. e).

Las infracentrales de la 4.^a fila han sufrido una dislocación angular dorso-ventral, máxima en la unión con la M3L; estas placas mantienen contacto en el área más dorsal de la articulación (Fig. 6. f).

Las infracentrales en contacto con la M2L han sufrido un desplazamiento ventro-dorsal de 0,3 mm.

El conjunto de las infracentrales se dispone según una superficie cóncava (Fig. 6. 1-1, 2-2).

El cinctus ha mantenido sus articulaciones intermarginales si bien las placas M4L y M3L están dislocadas (Fig. 6. a).

Las infracentrales periféricas permanecen unidas al cinctus, aunque en la porción izquierda se separan (Fig. 6. f).

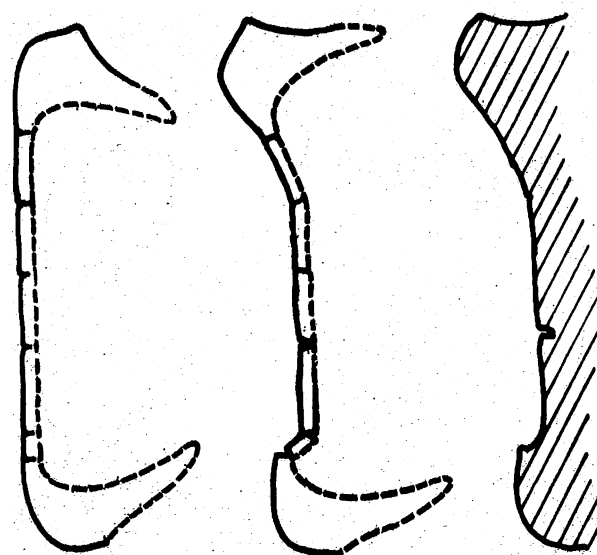


Figura 7.- Proceso de restitución de la forma de la sección 3-3 de la figura 6. En sentido inverso podríamos recrear algunos de los procesos tafonómicos que actuaron sobre el ejemplar Z-5-01. El proceso se efectuó sobre todas las secciones obtenidas, siendo posteriormente integradas en los modelos tridimensionales realizados.

Una vez efectuado el estudio geométrico que determina la conformación hipotética original, y conocida la disposición final de los diferentes osículos, se puede estimar la naturaleza y magnitud de los esfuerzos que han deformado el esqueleto del animal (Fig. 7). La teca –y más concretamente el cinctus– ha sufrido una torsión toroidal extroversa al pivotar las marginalia –sin separarse entre sí– sobre las infracentrales periféricas; de manera concomitante se reduce el perímetro abarcado por las infracentrales y se produce una elevación del pavimento infracentral. Esta torsión del cinctus es má-

xima en las marginales derechas y frontal (MiD y M0); ofreciéndonos, a partir de una “cara inferior”, elementos y estructuras de la cara superior en sus porciones marginales.

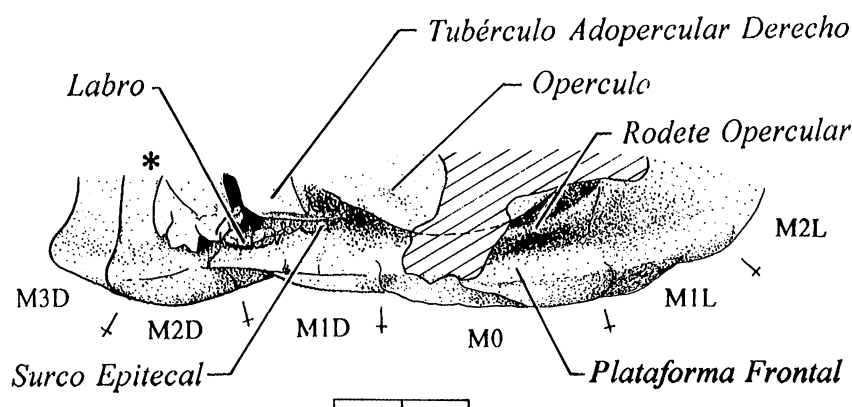


Figura 8.- Área anterior del ejemplar Z-5-01 y su interpretación. La barra inferior corresponde a 2 mm.

Además de la separación entre placas se observa una serie de fracturas que recorren las marginales. Sobre las placas marginales izquierdas M2L, M3L y M4L se aprecian sendas fracturas en forma de U con los extremos orientados hacia el interior de la teca, que podrían ser interpretados como fallos estructurales ante esfuerzos compresivos (Fig. 6 g, h, i y Fig. 10), posiblemente durante la compactación del sedimento. La placa M2D presenta una fractura con descamación y rotación del fragmento en las proximidades de la boca (Fig. 6 j y Fig. 8 *). El tubérculo adopercular de la MID se ha separado por su base del resto de la placa, ha rotado 90° en sentido transversal hacia la derecha ocultando la boca y por detrás de él quedan las plaquitas del labro que permanecen unidas (Fig. 8).

Los restos del individuo fueron cubiertos muy probablemente por sedimentos antes de que se produjese la descomposición total de los ligamentos articulares, lo cual explicaría que no haya tenido lugar el desmantelamiento de la teca y posterior dispersión de los osículos observada en otros fósiles, si bien pudieron producirse los desplazamientos anteriormente descritos. La presión ejercida en el lumen tecal por el sedimento sería causa suficiente para la torsión toroidal del cinctus. De más difícil explicación son las fracturas observadas en la región perioral, en piezas que consideramos mecánicamente resistentes —éste es el único caso que conocemos de este tipo de fracturas— en conjunción con el mantenimiento de estructuras lábiles como es el caso del labro. El deterioro que presenta Z-5-01 en el área anterior, tanto en lo relativo a fracturas como a movimientos de las placas, es de difícil explicación en términos de enterramiento y compactación del sedimento; estos esfuerzos debieron producirse en un

momento temprano antes de la descomposición de los ligamentos de unión entre placas, y muy especialmente de los que integran el labro. Aunque carecemos de la cara superior, podemos dudar de la existencia en el fósil de la lámina supracentral basándonos en el aumento de la distancia entre las aristas superiores de las marginales tras su rotación. Una hipótesis alternativa, y de difícil contrastación por la exigüedad de la información disponible, sería la apertura de la teca en su cara superior por un predador.

Sistemática

Phylum **Echinodermata** Klein, 1734
Clase **Cincta** Jaekel, 1918

Familia **Gyrocystidae** Jaekel, 1918

Diagnosis: Teca con 10 placas marginales (M5L-M4D) y en ocasiones con 11 (M5L-M5D). El contorno de la teca varía de oval a piriforme. El margen anterior de la teca presenta una plataforma frontal de borde agudo situada por debajo del opérculo y labro. La cara inferior de la teca uniformemente plana o con abultamiento en la M0, pudiendo existir otros abultamientos bajo las marginales laterales. El orificio oral tiene un surco epitecal izquierdo corto, careciendo de surco derecho. La estela es estrecha con una base ensanchada, las placas esfenoides que la componen presentan la cara inferior plana y la superior abovedada. (Basada en Friedrich, 1993)

Géneros atribuidos: *Gyrocystis* Jaekel 1918 (= *Decacystis* Gislén, 1927), *Progyrocystis* Friedrich 1993.

Género *Gyrocystis* Jaekel 1918

Diagnosis: Un género de Gyrocystidae con los siguientes caracteres: la teca es más larga que ancha, de contorno oval o ahusado, generalmente con 10 placas marginales, estando las posteriores en contacto y cerrando el cintus por la cara inferior. La teca en su cara inferior presenta un abultamiento en la M0. Existen 3 ó 4 osículos postoperculares.

Especies atribuidas : *G. platessa* Jaekel 1918 (=Decacystis hispanica Gislén 1927), *G. aff. platessa* Jaekel 1918 (Friedrich, 1993), *G. testudiformis* Friedrich 1993, *G. badulesiensis* Friedrich 1993, *G. erecta* Friedrich 1993, *G. n. sp.* A Gil y Domínguez.

Gyrocystis n.sp. A

1984 *Decacystis* cf. *hispanicus* Gislén, 1927.- Chauvel y Meléndez, pág. 437-438, fig. texto 8-9.

Material: ejemplar Z-5-01 coll. Gil Cid, Leg. Gil Cid 1979; ejemplares incompletos y placas marginales aisladas conservados como moldes en una pizarra verde.

Localidad típica: Zafra (Badajoz); carretera de Zafra a La Lapa entre los puntos kilométricos 5 y 6.

Estrato típico: Pizarras con *Paradoxides* de las Capas del Playón.

Edad: Cámbrico Medio, asociado a *Paradoxides*, *P. (Eccaparadoxides)*, *Conocoryphe*, *Skreiaspis*, *Ctenocephalus*, *Sao*, *Jincella* y *Bailiella*, situándose por debajo de la "banda" 21 de Lotze.

Descripción: El cintus está compuesto por 10 marginalia (M4L-M5D), la forma general de la teca es elíptica, con el borde anterior semicircular, los laterales paralelos y el borde posterior curvado hasta converger en la estela. Las placas marginales laterales (M3L, M2L, M3D y M4D) son 2 veces más largas (long.) que anchas (tr.) e inferido por las porciones visibles, 1/3 más altas que anchas (tr.). En la sección podemos distinguir dos superficies externas separadas por un reborde agudo que define el contorno del animal en el plano horizontal de referencia (Fig. 5), que se separa del plano de reposo del animal 1/3 de la altura estimada de la placa. La cara superior tiene sección sigmoidea muy aplanada, formando una superficie muy oblicua (cerca de 60° respecto a la horizontal) y con los puntos de inflexión superior e inferior cerca de los extremos. La cara inferior de la teca es plana curvándose uniformemente en el tercio externo hasta formar un reborde agudo en la unión con la cara superior.

En la región posterior del cintus (M5D y M4L) se conserva la M4L casi íntegra. De la M5D sólo se conserva una estrecha banda próxima a las infracentrales de algo menos de 1 mm de anchura. El estudio de los restos de la M5D se hace difícil por la deficiente conservación y el recubrimiento de óxidos que presenta; no obstante se aprecia la articulación M4L-M3L, la articulación con la

1.ª basiesfenoide derecha, la sutura inferior de la articulación M4L-M5D completa en el plano axial y toma contacto con 4 infracentrales, introduciéndose 2 de ellas a modo de cuña entre M4L y M5D.

La placa M4L es ancha y muy aplanada, al presentar el ejemplar Z-5-01 un encostramiento con arcillas en el área marginal de esta placa. Chauvel y Meléndez en 1984 describen únicamente la porción proximal y ésta no es muy diferente de los restos de la placa M5D. Una preparación posterior ha sacado a la luz una M4L completa en su cara inferior y casi completa en sus aspectos superior. La cara superior es ligeramente cóncava, no conservándose el área axial. La cara inferior forma un diedro (Fig. 5 *), los 2/5 proximales (radial) —así como los 2/3 de la M3L— forman parte del plano de reposo del animal; el resto se eleva con un ángulo aproximado de 15°, lo que supone una elevación de 1 mm respecto al plano de reposo en el margen de la teca. Se conservan las 3 primeras placas esfenoides izquierdas, completas en su cara inferior y la mitad distal de la cara superior, son muy aplanadas y sus articulaciones aparecen muy arqueadas.

Respecto al área frontal (Fig. 8), se conserva la porción anterior del opérculo, el rodete opercular que cierra el atrio (=cámara distal, Ubags, 1967) frontalmente, parte del tubérculo adopercular derecho, el margen derecho del orificio oral, placas del labro cercanas a la boca y la plataforma frontal (=marginal Lippe, Friedrich 1993) completa. El opérculo es ancho —representa un tercio de la anchura total de la teca—, convexo y sin ornamentación aparente en el área conservada de la que estimamos que sólo se conserva el tercio distal. Ocultando la boca se sitúa un fragmento de osículo inicialmente interpretado por nosotros como la placa supraoral caída sobre el suelo oral; un estudio posterior demostró que se trataba del tubérculo de la M1D —con sus características aristas— separado de la base a la altura del surco epitecal, que a manera de istmo es la zona más estrecha de la placa, y abatido hacia la derecha sobre el suelo oral. En la cara inferior existe un abultamiento en la M0 que se extiende hacia las placas colindantes sin sobrepasarlas (Fig. 5).

Relaciones y diferencias

Gyrocystis es un género que fué descrito por Jaekel en 1918, quien propuso a *Gyrocystis platessa* como especie tipo. El grupo permanece como monoespecífico hasta que en 1993 Friedrich, en su tesis doctoral, revisa el género y propone 3 nuevas especies: *G. testudiformis*, *G. badulesiensis* y *G. erecta*, manteniendo *G. platessa*. En 1994, Gil y Domínguez proponen una nueva especie (*Gyrocystis* sp. nov., a la cual nos referiremos en lo sucesivo como *Gyrocystis* sp. nov. B para evitar confusiones con el material descrito en el presente trabajo). Estas 4 nuevas especies muestran caracteres homogéneos mientras que *G. platessa* muestra gran variabilidad.

En base a los caracteres estudiados en nuestro material podríamos decir que *Gyrocystis* nov. sp. A presenta caracteres intermedios entre *G. platessa*, *G. sp. nov. B* y *G. badulesiensis*, si bien posee los caracteres específi-

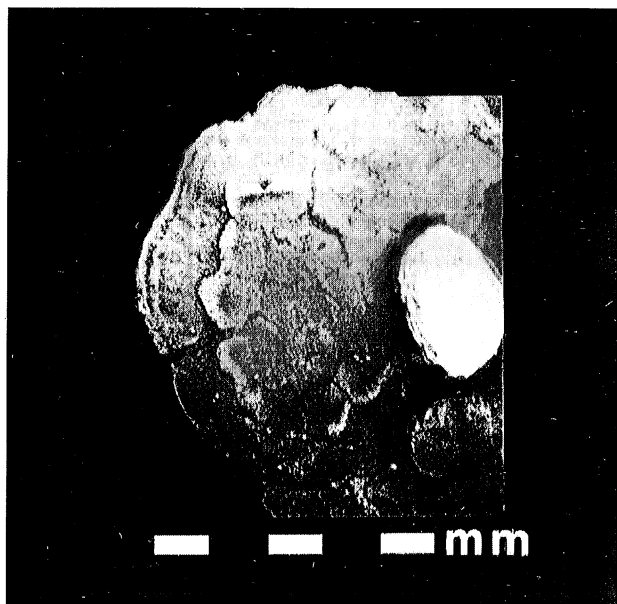


Figura 9.- Cineta interpretado como un juvenil (Ejemplar Z-5-128). Obsérvese el contorno lobulado con una banda marginal distintiva. Advértase la cara inferior concava y el margen convexo de las infracentrales, caracteres más acusados en las placas periféricas. Nótese la marcada bilateralidad en el contorno, la disposición y forma de la lámina tegumentaria infracentral; así como la disposición en forma de cuña de las porciones posteriores.

cos suficientemente singulares que justifican nuestra propuesta, si bien debido al reducido número de ejemplares hemos optado por mantener una nomenclatura abierta.

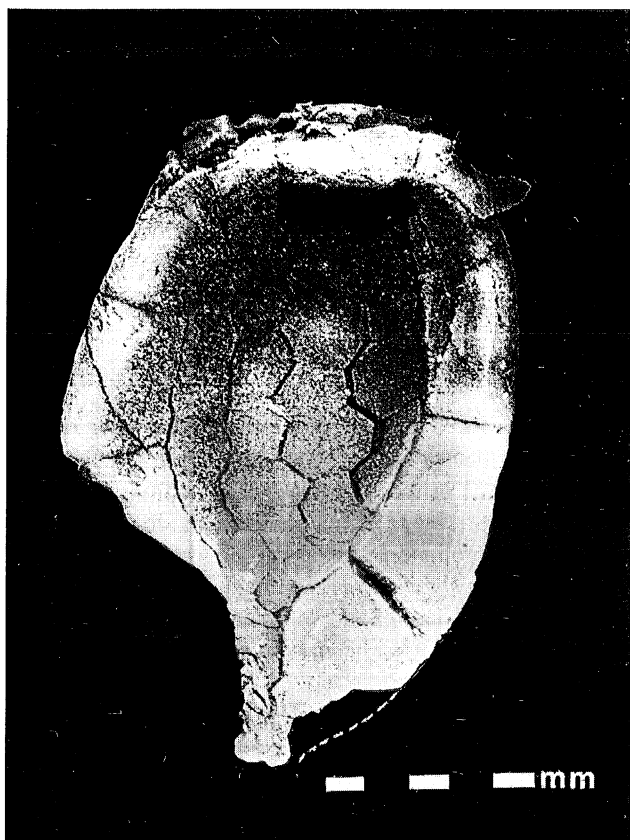


Figura 10.- Réplica en látex de Z-5-01 blanqueada con magnesio. En la fotografía de detalle se aprecia el ajuste entre las placas marginales y las placas infracentrales periféricas; la ausencia de estructuras estereómicadas en la superficie de las placas marginales —si bien se distingue un fino bandeo longitudinal— y las fracturas y dislocaciones indicadas en la figura 6.

Los caracteres específicos de *Gyrocystis* nov. sp. A son:

Una teca de contorno oval similar a la que presenta *G. platessa* —y quizá algunos ejemplares de *G. badulesiensis*—, una cara inferior plana con el plano horizontal de referencia muy elevado, una plataforma frontal elevada y poco prominente; distinguiéndose por estos caracteres de *G. sp. nov. B* y de *G. platessa*.

G. nov.sp. A posee en su cara inferior un único túmulo en las placas frontales (M1D-M0) a semejanza con *G. sp. nov.*, diferenciándose de *G. platessa* que tiene una cara inferior plana, sin túmulo, y de *G. erecta*, *G. badulesiensis* y *G. testudiformis* que además poseen otra serie de túmulos siguiendo diferentes patrones.

Las proporciones del cingulo respecto al pavimento infracentral lo diferencian de *G. sp. nov. B*; esta última especie presenta unas placas marginales anchas, de modo que el pavimento infracentral posee un diámetro que supone la mitad del diámetro de la teca, mientras que en los demás *Gyrocystis* el pavimento infracentral puede corresponder a 3/4 partes del diámetro total de la teca. Las placas marginales posteriores en *G. nov.sp. A* (o al menos la M4L) son muy aplanadas, lo cual es un carácter singular entre las demás especies descritas. La intrusión de la estela en el cingulo mediante unas basiesfenoides (las primeras placas de la estela) arqueadas al menos en la cara inferior es un carácter de gran interés puesto que es compartido tan sólo con *G. sp. nov. B* y no solo no se presenta en el resto de las especies de *Gyrocystis*, sino que además es único entre el resto de los Cineta descritos.



Material adicional

En el mismo yacimiento en que se ha recogido el material descrito anteriormente se ha encontrado un ejemplar de tamaño pequeño asociado a los restos tecales de un cordado (Z-5-128); su longitud es de algo más de un tercio de la de Z-5-01. Presenta un contorno lobulado con una banda marginal distintiva (Figura 9). Las infracentrales son poligonales y presentan una cara inferior cóncava con el margen convexo, carácter más acusado en las placas infracentrales periféricas; éstas últimas formarían una unión con las placas marginales en un amplio zig-zag. Se observa una marcada bilateralidad en el contorno y en la disposición y forma de la lámina tegumentaria infracentral. La serie derecha del cinctus se aprecia claramente, mientras que el área frontal y la serie izquierda carece de nitidez de contornos y su estudio en detalle no es posible, si bien podemos estimar el número total de placas marginales en diez. En este ejemplar la lobulación marginal, la delgadez de las placas infracentrales, el reducido número de placas, la suavidad y redondez de sus vértices, la aparente disposición del pavimento infracentral por debajo del cinctus, así como la pequeña talla del ejemplar son interpretadas en su conjunto como caracteres juveniles. Es interesante destacar la desproporcionada disposición de las placas infracentrales posteriores introduciéndose como una cuña entre las marginales posteriores, un carácter considerado por Friedrich como primitivo (comunicación personal) y que aquí nos recuerda la ley biogenética de Haeckel.

Conclusiones

Este trabajo aporta la presentación de una nueva forma de Echinodermata (*Gyrocystis* nov. sp. A) en las pizarras del Cámbrico Medio de Zafra con lo cual se incrementa y actualiza el registro de invertebrados descritos y figurados en esta zona. Del estudio del material obtenido, fundamentalmente bajo objetivos paleobiológicos, se deduce que se trata de un equinodermo epibionte micrófago suspensívoro con una limitada movilidad. Por otro lado se hace mención de un posible caso de depredación. Como aportación de interés hemos de señalar las nuevas propuestas nomenclaturales sobre la morfología y anatomía de los Cincta, inexistentes la bibliografía en español, realizándose además una unificación de los criterios con los autores que actualmente trabajan en este grupo de fósiles. Por último la incorporación al registro de este nuevo dato paleontológico supone un enriquecimiento sobre la composición de las paleocomunidades del Cámbrico Medio en el suroeste del Macizo Hespérico, sobre todo en el aspecto del conocimiento del modo de vida e interrelaciones de sus elementos.

Hemos de expresar aquí nuestro reconocimiento al apoyo, sugerencias, y lectura crítica del manuscrito al prof. G. Ubaghs, al Dr. W-P. Friedrich, al Dr. R. P. S. Jefferies y al Dr. Sixto Fernández López. Asimismo queremos agradecer a D. Vizcaino de Carcassonne, al Dr. G. Geyer de Würzburg y al Dr. R. Prokop de Praga por la cálida acogida que ofrecieron a uno de los autores (P. Domínguez) durante el verano de 1993 en los

centros respectivos, facilitando la consulta de las colecciones allí existentes, así como por sus opiniones en relación con el tema. De igual modo queremos agradecer la colaboración de M.^a Carmen Cruz y del Dr. Enrique Silván por las sugerencias y mejoras aportadas al texto. Por último, al Profesor Bermudo Meléndez por la paciente lectura del presente texto y su valiosa opinión; a quien tal y como ha quedado reflejado anteriormente queda dedicado este trabajo.

Bibliografía

- Bard, J. P. (1964): Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico de la región de Zafra (provincia de Badajoz, España). *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, 76: 175-180.
- Bard, J. P. (1969): Le métamorphisme régionale progressif de Sierra d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne). *Rev. Géogr. Phys.*, 7 (4): 323-337.
- Barrande, J. (1887): *Système Silurien du centre de la Bohême. I, VII, Classe des Echinodermes. Ordre des cystidées*. 233 S., 39 lam.; Praga, Leipzig.
- Bather, F. (1913): Caradocian Cystidea from Girvan. *Roy. Soc. Edinburgh, Trans.*, 49(2):359-521.
- Bouyx, P. (1959): Observations géologiques dans la Sierra de Puertollano (province de Ciudad Real, Espagne). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 154-155.
- Chauvel, J. y Meléndez, B. (1984): Etude systématique de quelques cystoides diploporites et homalozoaires du Cambrien et de l'Ordovicien. In: Gutiérrez, J. C., Chauvel, J., Meléndez, B. y Smith, A. B. *Estudios Geol.*, 40, 429.
- Domínguez, P. y Gutiérrez, J.C. (1990): Primeros representantes ibéricos del género *Anatífopsis* Barrande, 1872 (Homalozoa, Stylophora; Ordovícico) y su posición sistemática. *Stud. Geol. Salmant. Univ. Salamanca*, 68: 121-131.
- Friedrich, W. P. (1993): Systematik und Funktionsmorphologie mittelkambrischer Cincta (Carpoidea, Echinodermata). *Beringeria* 7, 190 pag.
- Gil Cid, M. D. (1973): Nota preliminar sobre el contenido faunístico y edad del Cámbrico de Zafra y Alconera (Badajoz). *Bol. Geol. Min.*, 84(1): 26-31.
- Gil Cid, M. D. y Domínguez, P. (1994): Nueva especie de *Gyrocystis* Jaekel 1918 (Equinodermo Cincta) del Cámbrico medio de Asturias. In: *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*, (S. Fernández López, Ed.), pag. 59-60., Depto. de Paleontología (U. C. M.), UEI de Paleontología (CSIC-UCM) y Sociedad Española de Paleontología. 252 pag. Madrid.
- Gil Cid, M. D. y Melou, M. (1986): Brachiopodes du Cambrien moyen de Zafra (provincia de Badajoz, Espagne). *Geol. Méditerr.*, 12-13 (3-4): 197-205.
- Gill, E. D. y Caster, K. E. (1960): Carpoide echinoderms from the Silurian and Devonian of Australia. *Bull. Amer. Paleontol.*, 41 (185): 1-71.
- Gislén, T. (1927): A new Spanish Carpoide. *Arkiv Zoologi*, 19 B (2): 1-3.
- Gislén, T. (1930): Affinities between the Echinodermata, Enteropneusta, and Chordonia. *Zool. Bidrag Upsala*, 12, 199-304.
- Jaekel, O. (1900): Ueber Carpoideen, eine neue Classe von Pelmatozoen. *Zt. Dt. Geol. Ges.*, 52: 661-677.
- Jaekel, O. (1918): Phylogenie und System der Pelmatozoen. *Paläont. Z.*, 3: 1-128.
- Jefferies, R. S. P. (1991): Two types of bilateral symmetry in the Metazoa: chordate and bilaterian. In Wiley, J. (Ed.) *Biological asymmetry and handedness*: 94-127, Ciba Foundation Symposium 162, Chichester.
- Kirk, E. (1911): The structure and relationships of certain Eleutherozoic Pelmatozoa. *U.S. Natl. Museum Proc.*, 41, 137 pag.
- Laus, L. (1969): *Stratigraphie und Tektonik im südlichen Teil der Provinz Badajoz (Spanien)*. Diss. Univ. Münster, 131 pag.
- Perejón, A., Moreno, E., Liñán, E. y Palacios, T. (1992): Los materiales Cámbricos de la unidad de Alconera, Zona de Ossa Morena. *Publicaciones del Museo de Geol. de Extremadura*, 3: 64-91.
- Meléndez, B. (1952 a): Los carpoideos de España. *Las Ciencias*, 17: 497-516.
- Meléndez, B. (1952 b): Un carpoideo nuevo de España. (trad. Gislén, 1927 y consideraciones). *Publ. Extr. Geol. España*, 4:185-191.

- Prado, C., de Verneuil, E. y Barrande, J. (1860): Sur l'existence de la faune primordiale dans la Chaîne Cantabrique. *Bull. Soc. Géol. France*, 2^e série, XVIII, 516-554.
- Roso de Luna, I. y Hernández-Pacheco, F. (1955): *Mapa geológico de España, 1:50.000, Explicación de la hoja N.º 854: Zafra (Badajoz)*.- IGME, Madrid.
- Sagredo, J. y Peinado, M. (1992): Vulcanismo del Cámbrico Medio de Zafra. *Publicaciones del Museo de Geol. de Extremadura*, 3: 35-41.
- Sampelayo, P. H. (1935): El Sistema Cambriano. Explicación del nuevo mapa geológico de España a escala 1:1.000.000, *Mem. Inst. Geol. Minero España*: 1, 297- 514.
- Schroeder, R. (1972): Nota preliminar sobre los Carpoideos del Cámbrico medio de Asturias y León. *Brev. Geol. Asturica*, 1972(2): 17-22.
- Schroeder, R. (1973): Carpoideen aus dem Mittelmakambrium Nordspaniens. *Palaeontographica*, A, 141 (5-6): 119-142.
- Sdzuy, K. (1967): Trilobites del Cámbrico Medio de Asturias. *Trabajos de Geol. Universidad de Oviedo* 1, 77-133.
- Sdzuy, K. (1993): Early cincta (Carpoidea) from the middle Cambrian of Spain. *Beringeria*, 8, 189-207.
- Termier, H. y Termier, G. (1973): Les échinodermes *Cincta* du Cambrien de la Montagne Noire (France). *Geobios*, 6 (4): 243-266.
- Ubaghs, G. (1967): Homostelea. In: Moore, R. C. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 5. Echinodermata* 1(2): S565-S581, *Geol. Soc. Amer.*, Univ. Kansas Press, Kansas.
- Vegas, R. (1968): Sobre la existencia de Precámbrico en la Baja Extremadura. *Estudios Geol.*, XXIV, 85-89.

Manuscrito recibido el 18 de Julio de 1994

Aceptado el manuscrito revisado el 3 de Marzo de 1995